






## Method and device for determining the load condition of particle filters

**Patent number:** DE4230180  
**Publication date:** 1994-03-10  
**Inventor:** PFISTER WOLFGANG DIPL ING (DE); BLASCHKE WALTER DIPL ING (DE); BURNER ERWIN DIPL ING (DE); WACKER HEINRICH DIPL PHYS (DE); STEINER PETER DIPL ING (DE)  
**Applicant:** EBERSPAECHER J (DE)  
**Classification:**  
 - international: G01N15/08; G01F1/00; G01P3/42; G01L13/00; G01L19/08; G05D21/00; B01D46/00; B01D46/42; F01N3/08  
 - european: B01D46/46; F01N3/025; F01N9/00F; F01N11/00B; G01M13/00  
**Application number:** DE19924230180 19920909  
**Priority number(s):** DE19924230180 19920909

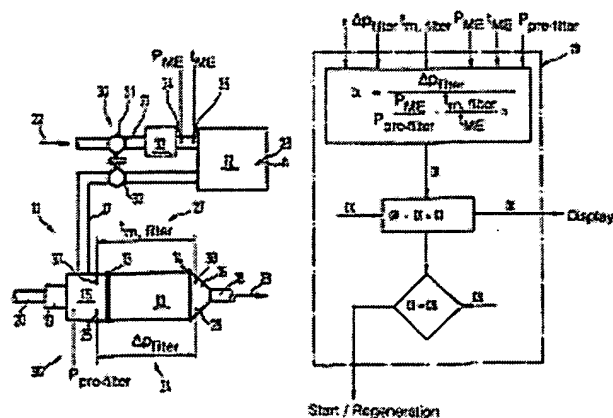
### Also published as:

 E P0587146 (A2)  
 US 5511413 (A1)  
 J P7091227 (A)  
 E P0587146 (A3)  
 E P0587146 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for DE4230180  
 Abstract of corresponding document: **US5511413**

A method and a device for determining the load condition of a particle filter (10) used in the exhaust gas system (11) of a diesel engine (12) employed in particular in a motor vehicle, wherein a pressure value (DELTA P<sub>filter</sub>, P<sub>abs.pre-filter</sub> or P<sub>rel.pre-filter</sub>) and a temperature value (t<sub>m,filter</sub> of the exhaust gas volume flow in the particle filter (12) are measured; the engine speed (n) proportional to the volume flow is measured; an actual characterizing value is calculated considering these measurement values; and a comparison between actual characteristic value (IK) and limit characteristic value (GK) is performed for initiating a regeneration process when the difference (DI) is sufficiently small.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

20 Offenlegungsschrift  
20 DE 42 30 180 A 1

21 Aktenzeichen: P 42 30 180.7  
22 Anmeldetag: 9. 9. 92  
23 Offenlegungstag: 10. 3. 94

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 N 15/08  
G 01 F 1/00  
G 01 P 3/42  
G 01 L 13/00  
G 01 L 19/08  
G 05 D 21/00  
B 01 D 46/00  
B 01 D 46/42  
F 01 N 3/08

DE 42 30 180 A 1

71 Anmelder:  
Fa. J. Eberspächer, 73730 Esslingen, DE

74 Vertreter:  
Klunker, H., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schmitt-Nilson, G.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Hirsch, P., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 80797 München

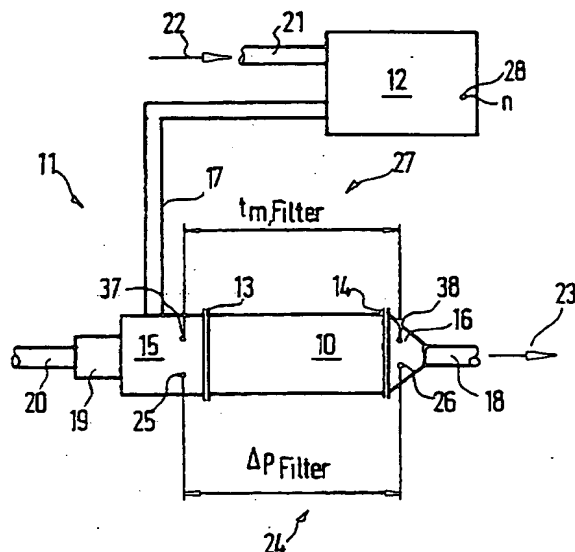
72 Erfinder:  
Pfister, Wolfgang, Dipl.-Ing., 7300 Esslingen, DE;  
Blaschke, Walter, Dipl.-Ing., 7300 Esslingen, DE;  
Burner, Erwin, Dipl.-Ing., 7327 Adelberg, DE;  
Wacker, Heinrich, Dipl.-Phys., 7315 Weilheim, DE;  
Steiner, Peter, Dipl.-Ing., 7307 Aichwald, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustands von Partikelfiltern

57 Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustands eines im Abgassystem (11) eines, insbesondere in einem Kraftfahrzeug eingesetzten Dieselmotors (12) verwendeten Partikelfilters (10), wobei

- ein Druckwert ( $\Delta p_{\text{Filter}}$ ,  $p_{\text{abs.vorFilter}}$  oder  $p_{\text{rel.vorFilter}}$ ) und ein Temperaturwert ( $t_{m, \text{Filter}}$ ) des Abgasvolumenstroms im Partikelfilter (10) gemessen werden;
- die volumenstromproportionale Motordrehzahl (n) gemessen wird;
- unter Berücksichtigung dieser Meßwerte ein Ist-Kennwert errechnet wird; und
- ein Vergleich des Ist-Kennwertes (IK) mit einem Grenzkennwert (GK) durchgeführt wird, um bei hinreichend geringer Differenz (DI) einen Regenerierungsvorgang einzuleiten.



DE 42 30 180 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01.94 308 070/498

14/48

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Beladungszustands eines im Abgassystem eines, insbesondere in einem Kraftfahrzeug eingesetzten Dieselmotors verwendeten Partikelfilters, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die zur Abgasreinigung bei Dieselmotoren zunehmend eingesetzten Partikelfilter, die neben dem Herausfiltern anderer schädlicher Gasbestandteile des Motorabgases insbesondere zum Herausfiltern von im Abgas mitgeführten Rußpartikeln dienen, müssen, um ihre Funktionsfähigkeit zu erhalten, einer häufigen Reinigung (Regeneration) unterzogen werden. Hierbei hat sich insbesondere die thermische Regeneration von Partikelfiltern als effektiv erwiesen, bei der durch Einführung hochtemperierter Heizgase (etwa 600°C bis 900°C) die im Partikelfilter enthaltenen Rußpartikel entzündet und verbrannt werden.

Zur Durchführung der thermischen Regeneration von Partikelfiltern sind im wesentlichen drei Verfahren, nämlich die Standregeneration, die Wechselregeneration und die Vollstromregeneration, bekannt. Bei der Standregeneration erfolgt das Ausbrennen des Partikelfilters bei Stillstand des Kraftfahrzeugmotors mittels einer hierzu vorgesehenen, motorunabhängigen Heizeinrichtung. Die Wechselregeneration ermöglicht eine thermische Regenerierung des Partikelfilters während des Kraftfahrzeugbetriebs. Hierzu sind zwei Partikelfilter parallelgeschaltet, wobei wechselweise ein Partikelfilter vom Motorabgas durchströmt wird, und der andere vom Abgassystem entkoppelte Partikelfilter für die Zeit der thermischen Regenerierung von einem, durch eine motorunabhängige Heizeinrichtung temperierten Heizgas durchströmt wird. Bei der Vollstromregeneration, bei der die Regenerierung ebenso während des Kraftfahrzeugbetriebs erfolgt, wird in den permanent im Abgasstrom befindlichen Partikelfilter für die Zeit der Regenerierung ein durch eine motorunabhängige Heizeinrichtung erzeugter Heizgasstrom mit dem Motorabgas vermischt und zusammen mit diesem in den Partikelfilter eingeleitet, um die genannte, für die Regenerierung erforderliche Gastemperatur zu erreichen.

Unabhängig von der Wahl des durchgeführten Regenerierungsverfahrens ist es natürlich nur dann erforderlich, eine thermische Regeneration durchzuführen, wenn ein bestimmter Beladungszustand des Partikelfilters erreicht ist, bei dem entweder die Wirksamkeit des Filters nicht mehr gegeben ist, oder der durch den zugesetzten Filter entstehende Abgasgegendruck sich nachteilig auf die Motorleistung auswirkt, oder der Filter durch weitere Beladung bei der nächsten Regeneration aufgrund der bei der Rußverbrennung frei werdenden Wärme thermisch zerstört werden würde.

Da bislang praktikable Möglichkeiten, den Beladungszustand eines Partikelfilters während des Betriebs kontinuierlich zu überwachen, nicht bekannt sind, werden von den Herstellern von Partikelfiltern bestimmte, feststehende Betriebsintervalle vorgegeben, in denen eine thermische Regenerierung durchzuführen ist. In Ermangelung der Kenntnis des tatsächlichen Beladungszustands werden die Regenerierungsintervalle so gewählt, daß auch unter extremen Betriebsbedingungen des Motors, etwa häufiger Kurzstreckenbetrieb mit extremer Rußausbildung in den Motorabgasen, eine genügende Sicherheit in den Intervallen vorgesehen ist, damit die Regenerierung in jedem Fall rechtzeitig vor dem Auftreten der beschriebenen schädlichen Auswirkun-

gen erfolgen kann. Somit erfolgt zwangsläufig die Regenerierung eines Partikelfilters bei einem rußarmen Motorbetrieb zu einem Zeitpunkt, wo sie noch gar nicht notwendig wäre.

5 Zwar ist man dazu übergegangen, die Regenerierungsintervalle durch Berücksichtigung der überwiegend vorherrschenden Betriebsbedingungen, also etwa Kurzstrecken- oder Langstreckenbetrieb, den besonderen Einsatzbedingungen eines Partikelfilters anzupassen, jedoch erweist sich auch diese verfeinerte Rasterung der Regenerierungsintervalle in der Praxis als zu grob.

Der allgemein bekannte Zusammenhang zwischen dem Druckabfall in einem Strömungsmedium bei Durchströmung eines Filters bzw. dem Druckaufbau vor dem Filter und dem Zusetzungsgrad oder der Beladung des Filters, der so ohne weiteres nur für stationär durchströmte Filter gilt, kann man wegen des überwiegend instationären Betriebs eines Verbrennungsmotors nicht allein zur Ermittlung des Beladungszustands eines Partikelfilters heranziehen. Vielmehr ist hierbei der etwa sich in Abhängigkeit von der Motordrehzahl ändernde Volumenstrom durch das Filter zu berücksichtigen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung vorzuschlagen, das bzw. die eine einfache Ermittlung des tatsächlich gegebenen Beladungszustands eines Partikelfilters unter Berücksichtigung der gegebenen Motorbetriebsverhältnisse ermöglicht.

30 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird durch die Messung zumindest einer den Zustand des Abgasvolumenstroms kennzeichnenden filterspezifischen, thermodynamischen Größe und deren Zuordnung zu einer gemessenen motorspezifischen Größe, die volumenstromproportional ist, ein einfacher Zusammenhang zwischen Meßwerten geschaffen, der die Bestimmung eines den Beladungszustand des Partikelfilters kennzeichnenden Ist-Kennwertes ermöglicht. Durch Vergleich mit einem empirisch ermittelten Grenzkennwert ist die Abweichung des Ist-Kennwertes vom Grenzkennwert als Differenz erfaßbar, um bei hinreichend geringer Differenz, deren Größe definitionsgemäß zwischen null und einem beliebigen Wert liegen kann, einen Regenerierungsvorgang einzuleiten.

Dabei kann der Grenzwert etwa als in Prüfstandsversuchen unter Berücksichtigung von verschiedenen Beladungszuständen und Volumenströmen ermittelter Grenzkennlinienverlauf vorgegeben werden. In der Regel wird der zulässige Grenzwert in Abhängigkeit von der Höhe des zugelassenen Drehmomentenabfalls, der sich infolge des durch den Partikelfilter im Abgassystem verursachten Abgasgegendrucks einstellt, festgelegt.

Als besonders zuverlässig erweist sich die Ermittlung des Ist-Kennwertes, wenn zwei filterspezifische Größen, nämlich ein Druckwert und ein Temperaturwert, sowie als motorspezifische Größe die Motordrehzahl gemessen werden.

60 Als vorteilhaft erweist es sich, wenn als Druckwert des Abgasvolumenstroms der Druck vor dem Partikelfilter, also der Filtervordruck, oder der Druckabfall über den Partikelfilter, also der am Partikelfilter gemessene Differenzdruck, sowie als Temperaturwert des Abgasvolumenstroms die mittlere Volumenstromtemperatur im Partikelfilter herangezogen werden.

Ein gemäß Anspruch 4 um die Erfassung und Verarbeitung zusätzlicher Meßwerte erweitertes Verfahren

ermöglicht besonders vorteilhaft die Ermittlung des Beladungszustands eines Partikelfilters, der im Abgassystem eines mit einer Abgasaufladung versehenen Dieselmotors angeordnet ist. Hierbei werden neben den filterspezifischen Größen, nämlich dem Druck vor dem Partikelfilter, dem Druckabfall über den Partikelfilter und der Temperatur des Abgasvolumenstroms im Partikelfilter, auch spezifische Größen des Ladevolumenstroms, nämlich die Temperatur und der Druck des Ladevolumenstroms, bei der Bestimmung des Ist-Kennwertes des Beladungszustands berücksichtigt.

Vorzugsweise wird bei Feststellung des Vorliegens einer hinreichend geringen Differenz zwischen einem Ist-Kennwert und einem entsprechenden Grenzkennwert eine Anzeigeeinrichtung aktiviert, die, etwa bei Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Kraftfahrzeug, den Kraftfahrzeugführer vom kritischen Beladungszustand des Partikelfilters in Kenntnis setzt. Dieser kann dann eine Regeneration des Partikelfilters gemäß einem der vorstehend geschilderten Regenerationsverfahren in Gang setzen.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Anzeigeeinrichtung mit einer Starteinrichtung zur automatischen Auslösung eines der geschilderten Regenerationsverfahren zu koppeln, oder etwa auch bei Feststellung eines kritischen Differenzwertes unmittelbar die Starteinrichtung auszulösen, ohne vorher den Wert zur Anzeige zu bringen.

Wenn eine Anzeigeeinrichtung vorgesehen wird, erweist es sich als besonders vorteilhaft, den bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Ist-Kennwert, ausgehend von einem eine festgelegte Differenz zum Grenzkennwert aufweisenden Anfangskennwert, kontinuierlich oder in vorgegebenen zeitlichen Abständen zur Anzeige zu bringen, um das Fortschreiten des Beladungszustands von außen her sichtbar zu machen, so daß die Notwendigkeit der Durchführung einer Partikelfilterregeneration im voraus erkennbar ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustands eines im Abgassystem eines, insbesondere in einem Kraftfahrzeug eingesetzten Dieselmotors verwendeten Partikelfilters, weist die Merkmale des Anspruchs 7 auf.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist im Bereich des Partikelfilters eine den Druckabfall im Abgasvolumenstrom über den Partikelfilter erfassende Differenzdruckmeßeinrichtung oder eine vor dem Partikelfilter angeordnete, den Filtervordruck messende Druckmeßeinrichtung auf. Ebenfalls im Bereich des Partikelfilters befindet sich eine die Temperatur des Abgasvolumenstroms erfassende Temperaturmeßeinrichtung. Als weitere Meßeinrichtung ist eine Motormeßeinrichtung vorgesehen zur Erfassung einer volumenstromproportionalen, motorspezifischen Größe. Zur Bildung eines Ist-Kennwertes mittels der durch die vorstehend genannten Meßeinrichtungen erfaßten Meßwerte ist eine Recheneinrichtung vorgesehen, die zudem einen Vergleich des derart ermittelten Ist-Kennwertes mit einem vorgegebenen Grenzkennwert ermöglicht. Schließlich weist die erfindungsgemäße Vorrichtung noch eine Anzeigeeinrichtung auf, die dazu dient, das Erreichen des Grenzkennwertes und/oder die durch den Vergleich in der Recheneinrichtung ermittelte Differenz zwischen dem Ist-Kennwert und dem Grenzkennwert anzuzeigen.

Wenn die Anzeigeeinrichtung derart ausgebildet ist, daß sie lediglich das Erreichen des Grenzkennwertes anzeigt, ist für den Kraftfahrzeugführer das Signal gegeben, einen Regenerierungsvorgang beim Partikelfilter

vorzunehmen. Bei Anzeige der Differenz zwischen dem Ist-Kennwert und dem Grenzkennwert besteht für den Kraftfahrzeugführer die Möglichkeit, sich ständig über den Fortschritt des Beladungszustands zu informieren und den Zeitpunkt für die Durchführung einer Regenerierung in gewissem Umfang selbst zu bestimmen.

Die Vorrichtung gemäß Anspruch 8 ist eine Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die einen besonders vorteilhaften Einsatz bei der Ermittlung des Beladungszustands eines Partikelfilters ermöglicht, der im Abgassystem eines aufgeladenen Dieselmotors angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsvariante sind neben den Meßeinrichtungen zur Messung von filterspezifischen Größen, nämlich einer Differenzdruckmeßeinrichtung, einer den Filtervordruck messenden Druckmeßeinrichtung und einer Temperaturmeßeinrichtung, sowie einer Meßeinrichtung zur Erfassung einer volumenstromproportionalen, motorspezifischen Größe, auch Meßeinrichtungen zur Messung spezifischer Größen des Ladevolumenstroms, nämlich eine die Temperatur des Ladevolumenstroms erfassende Temperaturmeßeinrichtung und eine den Druck des Ladevolumenstroms erfassende Druckmeßeinrichtung, vorgesehen.

Sowohl bei der besonders zur Verwendung bei einem Saug-Dieselmotor geeigneten Vorrichtung gemäß Anspruch 7 als auch bei der besonders zur Verwendung bei einem aufgeladenen Dieselmotor geeigneten Vorrichtung gemäß Anspruch 8 ist es möglich, neben der Anzeigeeinrichtung oder anstatt dieser eine in Abhängigkeit von der Differenz zwischen dem Ist-Kennwert und dem Grenzkennwert betätigbare Starteinrichtung vorzusehen, die ein In-Gang-Setzen einer Regenerierungseinrichtung, insbesondere einer Brenneinrichtung zur thermischen Regeneration, bewirkt.

Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustands eines Partikelfilters werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen bei einem als Saugmotor ausgebildeten Dieselmotor zwischen Komponenten eines Abgassystems installierten Partikelfilter mit am Motor und im Bereich des Partikelfilters angeordneten Meßeinrichtungen;

Fig. 2 ein Diagramm mit Darstellung eines beispielhaften Grenzkennlinienverlaufs für den Beladungszustand eines im Abgassystem eines als Saugmotor ausgebildeten Dieselmotors angeordneten Partikelfilters;

Fig. 3 ein Flußdiagramm zur Darstellung der Beladungszustandsermittlung bei einem im Abgassystem eines als Saugmotor ausgebildeten Dieselmotors angeordneten Partikelfilter;

Fig. 4 einen bei einem mit einem Abgaslader versehenen Dieselmotor zwischen Komponenten des Abgassystems installierten Partikelfilter mit im Bereich des Motors und im Bereich des Partikelfilters installierten Meßeinrichtungen;

Fig. 5 ein Diagramm mit Darstellung eines beispielhaften Grenzkennlinienverlaufs für die Beladung eines im Abgassystem eines mit einem Abgaslader versehenen Dieselmotors angeordneten Partikelfilters;

Fig. 6 ein Flußdiagramm zur Darstellung der Beladungszustandsermittlung bei einem im Abgassystem eines mit einem Abgaslader versehenen Dieselmotors angeordneten Partikelfilter.

Fig. 1 zeigt einen Partikelfilter 10, der in einem Abgassystem 11 eines als Saugmotor betriebenen Dieselmotors 12 angeordnet ist. Der Partikelfilter 10 ist über

Flanschverbindungen 13, 14 auf seiner Eingangsseite mit einer Vorkammer 15 und auf seiner Ausgangsseite mit einem Reduzierstück 16 verbunden. Die Vorkammer 15 ist mit dem Dieselmotor 12 über ein Abgasrohr 17 verbunden. Das Reduzierstück 16 geht strömungsabseitig in ein Abgasrohr 18 über, durch das die Motorabgase in Richtung auf das freie Ende des Abgassystems 11 abgeleitet werden. Ein durch eine Ansaugleitung 21 dem Dieselmotor 12 zugeführter Luftstrom 22 wird in der in Fig. 1 schematisch dargestellten Anlage im Dieselmotor 12 unter Zuführung von Brennstoff verbrannt, und die entstehenden Abgase werden durch das Abgasrohr 17, die Vorkammer 15, den Partikelfilter 10, das Reduzierstück 16 und das anschließende Abgasrohr 18 sowie durch weitere nicht dargestellte Abgassystemkomponenten hindurch als Abgasstrom 23 ins Freie geleitet, nachdem im Partikelfilter 10 die Rußbestandteile und sonstige schädliche Bestandteile im wesentlichen aus dem Abgasstrom herausgefiltert worden sind.

Für die Regeneration des Partikelfilters 10 ist eine Brennkammer 19 vorgesehen, die zur Aufheizung eines in diese durch eine Zuführung 20 eingeleiteten Gasstroms dient. Bei einer Regeneration wird der durch die Zuführung 20 eingeleitete Gasstrom zur Erzielung der für die Regeneration notwendigen Abgastemperatur in der Brennkammer 19 aufgeheizt und mit dem durch das Abgasrohr 17 in die Vorkammer 14 einströmenden Abgasstrom vermischt.

Um am eingebauten Partikelfilter 10 den Beladungszustand feststellen zu können, sind in der in Fig. 1 dargestellten Anlage verschiedene Meßeinrichtungen vorgesehen. Im Bereich des Partikelfilters 10 ist eine Differenzdruckmeßeinrichtung 24 vorgesehen, die bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Meßfühler 25, 26 aufweist. Dabei ist der Meßfühler 25 zur Messung des Drucks im Abgasvolumenstrom vor Eintritt in den Partikelfilter und der Meßfühler 26 zur Messung des Drucks im Abgasvolumenstrom nach Austritt aus dem Partikelfilter 10 vorgesehen. Insgesamt wird durch die Differenzdruckmeßeinrichtung 24 auf bekannte Art und Weise der zwischen den Einbauorten der Meßfühler 25, 26 herrschende Differenzdruck, also der Druckabfall über den Partikelfilter 10, ermittelt. Darüber hinaus dient der dem Partikelfilter 10 vorgeordnete Meßfühler 25 zur Zustandsbeschreibung des Abgases am Filtereintritt.

Als weitere Meßeinrichtung im Bereich des Partikelfilters 10 ist eine mit Meßfühlern 37, 38 versehene Temperaturmeßeinrichtung 27 vorgesehen, mittels der die mittlere Temperatur des Abgasvolumenstroms im Partikelfilter 10 bestimmbar ist. Schließlich ist eine an den Dieselmotor 12 angeschlossene Drehzahlmeßeinrichtung 28 vorgesehen.

Es wurde herausgefunden, daß zwischen dem Quotienten aus dem durch die Differenzdruckmeßeinrichtung 24 ermittelten Filterdifferenzdruck  $\Delta p_{\text{Filter}}$  und der mittels der Temperaturmeßeinrichtung 27 ermittelten mittleren Filtertemperatur  $t_{m, \text{Filter}}$  sowie der über die Drehzahlmeßeinrichtung 28 ermittelten volumenstromproportionalen Drehzahl des Dieselmotors 12 die in Fig. 2 dargestellte Beziehung herrscht. Der obere der beiden in Fig. 2 dargestellten Graphen gibt den Grenzkennwert für die Beladung des Partikelfilters wieder, der durch den Gradienten des Graphen konstant definiert ist. Dieser Grenzkennwert GK kann etwa in Prüfstandsversuchen ermittelt werden, wobei der Grenzkennwert für den Beladungszustand des Partikelfilters etwa in Abhängigkeit vom zulässigen Leistungsverlust

des Dieselmotors infolge der Zusetzung des Partikelfilters mit Rußpartikeln und ähnlichem festgelegt wird.

Der zweite, untere Graph stellt im Vergleich zu dem durch den oberen Graphen wiedergegebenen maximal zulässigen Beladungszustand den unbeladenen Zustand des Partikelfilters dar.

Aufgrund des in Fig. 2 dargestellten, herausgefundenen Zusammenhangs zwischen den thermodynamischen Größen  $\Delta p_{\text{Filter}}$  und  $t_{m, \text{Filter}}$  und der Motordrehzahl  $n$  ist es daher möglich, durch Vergleich eines durch die genannten Größen definierten Betriebspunktes des Partikelfilters mit der zulässigen Beladungsgrenze GK festzustellen, ob der maximal zulässige Beladungszustand erreicht ist bzw. wie weit der durch den Betriebspunkt definierte aktuelle Beladungszustand des Partikelfilters vom zulässigen Beladungszustand entfernt ist.

Der in Fig. 2 und später nachfolgend in Fig. 5 dargestellte Zusammenhang mit dem Filterdifferenzdruck  $\Delta p_{\text{Filter}}$  als Beladungsindikator gilt ebenso, wenn anstatt des Filterdifferenzdrucks  $\Delta p_{\text{Filter}}$  der Absolutdruck oder der Relativdruck vor dem Filter als Beladungsindikator verwendet werden.

Beispielhaft ist in Fig. 2 ein den aktuellen Beladungszustand, also den Betriebspunkt des Partikelfilters, kennzeichnender Ist-Kennwert IK eingetragen. Wie in Fig. 2 weiter dargestellt, besteht in diesem Betriebspunkt des Partikelfilters zwischen dem Grenzkennwert GK und dem Ist-Kennwert IK eine Ist-Differenz DI. Der maximale Beladungszustand ist daher in diesem Punkt auf jeden Fall noch nicht erreicht. Das bedeutet, daß eine Regenerierung des Partikelfilters noch nicht eingeleitet werden muß. Dies ist erst dann der Fall, wenn der Ist-Kennwert IK gleich dem Grenzkennwert GK ist. Da es sich in manchen Fällen auch als vorteilhaft erweisen kann, den Regenerierungsvorgang bereits vor Erreichen der durch den Grenzkennwert GK maximal zulässigen Beladungszustand einzuleiten oder zumindest vor dem Eintreten des maximalen Beladungszustands Kenntnis von dem in Kürze zu erwartenden Eintreten des maximalen Beladungszustands zu erhalten, erweist es sich, insbesondere bei einer Darstellung des aktuellen Beladungszustands auf einer Anzeigeneinrichtung als vorteilhaft, eine (in Fig. 2 kreuzschraffiert dargestellte) Toleranzzone über eine Soll-Differenz DS zwischen dem Grenzkennwert GK und dem Ist-Kennwert IK zu definieren. Hierbei kann dann für den Fall, daß DI gleich DS ist, die Regenerierung des Partikelfilters eingeleitet werden bzw. die Notwendigkeit einer demnächst durchzuführenden Regenerierung des Partikelfilters angezeigt werden.

Fig. 3 zeigt anhand eines Flußdiagramms, wie das Verfahren zur Ermittlung des Beladungszustands eines im Abgassystem eines als Saugmotor betriebenen Dieselmotors ablaufen kann. Die mittels der in Fig. 1 dargestellten Meßeinrichtungen 24, 27, 28 erfaßten thermodynamischen Größen  $\Delta p_{\text{Filter}}$  und  $t_{m, \text{Filter}}$  sowie die volumenstromproportionale Motordrehzahl  $n$  werden an eine Recheneinrichtung 29 übergeben. In der Recheneinrichtung 29 findet zunächst die Berechnung des Ist-Kennwertes als Quotient aus dem Filterdifferenzdruck  $\Delta p_{\text{Filter}}$  und dem Produkt aus der Motordrehzahl  $n$  und der mittleren Filtertemperatur  $t_{m, \text{Filter}}$  statt. Anschließend wird die Ist-Differenz DI zwischen dem berechneten Ist-Kennwert IK und dem Grenzkennwert GK gebildet und zur Anzeige gebracht.

Gemäß der Darstellung in Fig. 3 erfolgt nach Berechnung der Ist-Differenz DI die Überprüfung, ob die Ist-Differenz DI kleiner ist als eine vorgegebene Soll-Diffe-

renz DS. Bejahendenfalls erfolgt hieran anschließend das In-Gang-Setzen der Regenerationseinrichtung, also etwa das In-Gang-Setzen der in Fig. 1 dargestellten Brennkammer 19.

Natürlich ist es auch möglich, den Vergleich nicht erst nach Berechnung der Ist-Differenz DI durchzuführen, sondern den Ist-Kennwert IK unmittelbar mit dem Grenzkennwert GK zu vergleichen und bei Feststellung eines Übereinstimmens der Kennwerte bzw. des Überschreitens des Grenzkennwertes GK den Regenerationsvorgang einzuleiten.

Fig. 4 zeigt einen Partikelfilter 10, der im Abgassystem 11 eines mit einem Abgaslader 30 versehenen Dieselmotors 12 angeordnet ist. Die in Fig. 4 dargestellten, mit den Komponenten in Fig. 1 übereinstimmenden Komponenten des Abgassystems 11 weisen mit Fig. 1 übereinstimmende Bezugszeichen auf. Im Unterschied zu der in Fig. 1 dargestellten Anlage ist in Fig. 4 der dem Dieselmotor 12 vorgeschaltete Abgaslader 30 vorgesehen. Der Abgaslader 30 besteht im wesentlichen aus einem in die Ansaugleitung 21 geschalteten Verdichter 31, der über eine, an den Verdichter 31 angekoppelte Abgasturbine 32, die im Abgasrohr 17 angeordnet ist, angetrieben wird. Optional kann zwischen dem Verdichter 31 des Abgasladers 30 und dem Eingang zum Dieselmotor 12 in der Ansaugleitung 21 ein Zwischenkühler 33 vorgesehen werden.

Neben den bereits in der Anlage gemäß Fig. 1 vorgesehenen Meßeinrichtungen, nämlich der Differenzdruckmeßeinrichtung 24, der Drehzahlmeßeinrichtung 28 und der Temperaturmeßeinrichtung 27 sind in der in Fig. 4 dargestellten Anlage weitere Meßeinrichtungen vorgesehen. Zum einen befinden sich in der Ansaugleitung 21, dem Motoreingang unmittelbar vorgeordnet, eine Druckmeßeinrichtung 34 zur Messung des Drucks im Volumenstrom am Motoreingang  $p_{ME}$  und eine Temperaturmeßeinrichtung 35 zur Messung der Temperatur  $t_{ME}$  des in den Dieselmotor 12 eintretenden Volumenstroms 22. Bei einer vereinfachten Ausführungsform kann auf die Temperaturmeßeinrichtung 35 auch verzichtet werden. Darüber hinaus ist im Eintrittsbereich des Abgasvolumenstroms in den Partikelfilter 10, hier in der Vorkammer 15, eine den Filtervordruck  $p_{vorFilter}$  erfassende Druckmeßeinrichtung 36 angeordnet. Natürlich kann die Druckmeßeinrichtung 36 auch aus dem Meßfühler 25 der Differenzdruckmeßeinrichtung 24 gebildet sein, so daß die Druckmeßeinrichtung 36 quasi einen Bestandteil der Differenzdruckmeßeinrichtung 24 bildet.

Das in Fig. 5 dargestellte Diagramm zeigt den festgestellten linearen Zusammenhang zwischen dem Filterdifferenzdruck  $\Delta p_{Filter}$  und der mittleren Filtertemperatur  $t_{m,Filter}$  sowie dem in den Dieselmotor eingeleiteten Volumenstrom. Aufgrund der durch den Abgaslader 30 erfolgten Verdichtung des in den Dieselmotor 12 eingeleiteten Volumenstroms ist die in Fig. 5 längs der Abszisse aufgetragene volumenstromproportionale Größe nicht allein (wie in Fig. 2 dargestellt) drehzahlabhängig, sondern wird auch bestimmt durch den Quotienten aus dem Motoreintrittsdruck  $p_{ME}$  und dem Produkt aus der Motoreintrittstemperatur  $t_{ME}$  und dem Filtervordruck  $p_{vorFilter}$ .

Ansonsten gelten in Fig. 5 ebenso die in Fig. 2 dargestellten Zusammenhänge betreffend den Grenzkennwert GK, den Ist-Kennwert IK, die Soll-Differenz DS und die Ist-Differenz DI.

Fig. 6 zeigt anhand eines Flußdiagramms, wie ein Verfahren zur Ermittlung des Beladungszustands eines

Partikelfilters, der im Abgassystem eines mit einem Abgaslader versehenen Dieselmotors angeordnet ist, ablaufen kann. Zunächst werden die mittels der in Fig. 4 dargestellten Meßeinrichtungen erfaßten Meßwerte, nämlich die Motordrehzahl  $n$ , der Filterdifferenzdruck  $\Delta p_{Filter}$ , die mittlere Filtertemperatur  $t_{m,Filter}$ , der Motoreintrittsdruck  $p_{ME}$ , die Motoreintrittstemperatur  $t_{ME}$  und der Filtervordruck  $p_{vorFilter}$  an die Recheneinrichtung 29 übergeben. Daran anschließend wird zur Berechnung des Ist-Kennwertes IK die in Fig. 6 dargestellte Rechenoperation durchgeführt.

Der weitere, in Fig. 6 dargestellte Ablauf entspricht dem in Fig. 3 nach Berechnung des Ist-Kennwertes IK dargestellten Ablauf, so daß zur weiteren Erläuterung auf die Beschreibung von Fig. 3 verwiesen wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung des Beladungszustands eines im Abgassystem (11) eines, insbesondere in einem Kraftfahrzeug eingesetzten Dieselmotors (12) verwendeten Partikelfilters (10), dadurch gekennzeichnet, daß

- zumindest eine filterspezifische, thermodynamische Größe des den Partikelfilter (10) durchströmenden Abgasvolumens gemessen wird,
- zumindest eine motorspezifische, dem den Motor (12) durchströmenden Volumen proportionale Größe gemessen wird,
- unter Berücksichtigung dieser Meßwerte ein Ist-Kennwert errechnet wird; und
- ein Vergleich des Ist-Kennwertes (IK) mit einem Grenzkennwert (GK) durchgeführt wird, um bei hinreichend geringer Differenz (DI) einen Regenerierungsvorgang einzuleiten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als filterspezifische Größen ein Druckwert und ein Temperaturwert des Abgasvolumenstroms durch den Partikelfilter (10) und als motorspezifische Größe die Motordrehzahl ( $n$ ) gemessen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als filterspezifische Größen der Druck vor dem Partikelfilter (Filtervordruck  $p_{vorFilter}$ ) oder der Druckabfall über den Partikelfilter (10) (Filterdifferenzdruck  $\Delta p_{Filter}$ ) sowie die mittlere Volumenstromtemperatur im Partikelfilter ( $t_{m,Filter}$ ) gemessen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem mit einem Abgaslader (30) versehenen Dieselmotor (12) darüber hinaus ein Druckwert und ein Temperaturwert des Ladevolumenstroms ( $p_{ME}$ ,  $t_{ME}$ ), sowie neben dem Filterdifferenzdruck ( $\Delta p_{Filter}$ ) der Filtervordruck ( $p_{vorFilter}$ ) gemessen werden, und unter zusätzlicher Berücksichtigung dieser Meßwerte der Ist-Kennwert (IK) errechnet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei hinreichend geringer Differenz zwischen dem Ist-Kennwert (IK) und dem Grenzkennwert (GK) eine Anzeigeeinrichtung und/oder eine Starteinrichtung zum In-Gang-Setzen des Regenerierungsvorgangs betätigt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigeeinrichtung, ausgehend

von einem eine festgelegte Differenz zum Grenzkennwert (GK) aufweisenden Anfangskennwert zur Anzeige des Beladungsfortschritts bis zum Erreichen des Grenzkennwerts (GK) verwendet wird.

7. Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungsstands eines im Abgassystem (11) eines, insbesondere in einem Kraftfahrzeug eingesetzten Dieselmotors (12) verwendeten Partikelfilters (10, gekennzeichnet durch

- eine im Bereich des Partikelfilters (10) angeordnete, den Druckabfall im Abgasvolumenstrom über dem Partikelfilter (Filterdifferenzdruck  $\Delta p_{\text{Filter}}$ ) erfassende Differenzdruckmeßeinrichtung (24) oder eine vor dem Partikelfilter (10) angeordnete, den Filtervordruck ( $p_{\text{vorFilter}}$ ) erfassende Druckmeßeinrichtung (36);
- eine die Temperatur des Abgasvolumenstroms im Partikelfilter (10) erfassende Temperaturmeßeinrichtung (27)
- eine eine volumenstromproportionale motorspezifische Größe, vorzugsweise die Motordrehzahl (n) erfassende Meßeinrichtung (28);
- eine Recheneinrichtung (29) zur Bildung eines Ist-Kennwertes (IK) unter Berücksichtigung der mittels der Differenzdruckmeßeinrichtung (24) oder der Druckmeßeinrichtung (36), sowie der Temperaturmeßeinrichtung (27) und der Meßeinrichtung (28) erfaßten Meßwerte, sowie zum Vergleich des Ist-Kennwertes (IK) mit einem vorgegebenen Grenzkennwert (GK); und
- eine Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen des Erreichens des Grenzkennwertes (GK) und/oder der Differenz des Ist-Kennwertes (IK) zum Grenzkennwert (GK).

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem mit einem Abgaslader (30) versehenen Dieselmotor (12) darüber hinaus vorgesehen sind

- eine die Temperatur des Ladevolumenstroms ( $t_{\text{ME}}$ ) erfassende Temperaturmeßeinrichtung (35);
- eine den Druck des Ladevolumenstroms ( $p_{\text{ME}}$ ) erfassende Druckmeßeinrichtung (34);
- sowie neben der den Filterdifferenzdruck ( $\Delta p_{\text{Filter}}$ ) erfassenden Differenzdruckmeßeinrichtung (24) eine den Filtervordruck ( $p_{\text{vorFilter}}$ ) erfassende Druckmeßeinrichtung (36).

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß neben der Anzeigeeinrichtung oder anstatt dieser eine in Abhängigkeit von der Differenz zwischen dem Ist-Kennwert (IK) und dem Grenzkennwert (GK) betätigbare Starteinrichtung zum In-Gang-Setzen einer Regenerierungseinrichtung, insbesondere einer Brenneinrichtung (19) zur thermischen Regeneration, vorgesehen ist.

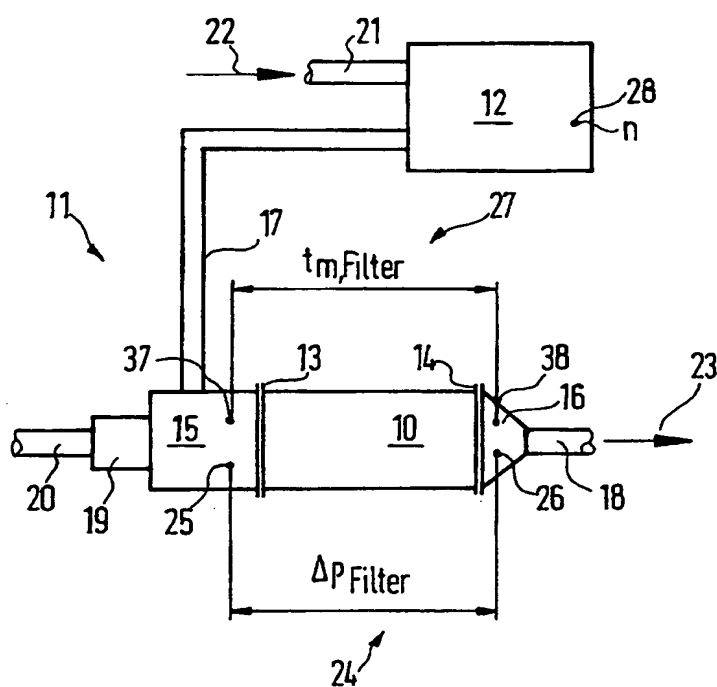
Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



FIG. 1



Saugmotor

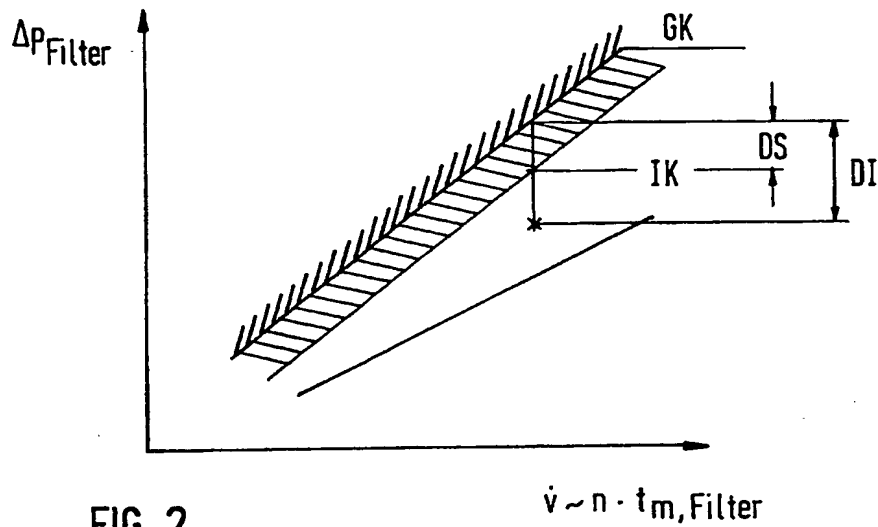


FIG. 2

Motor mit Abgaslader

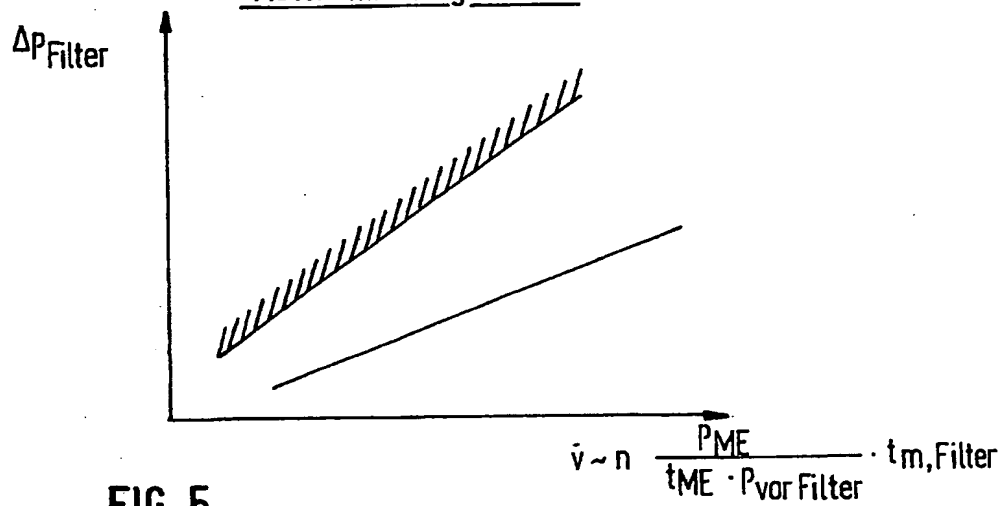


FIG. 5

FIG. 3

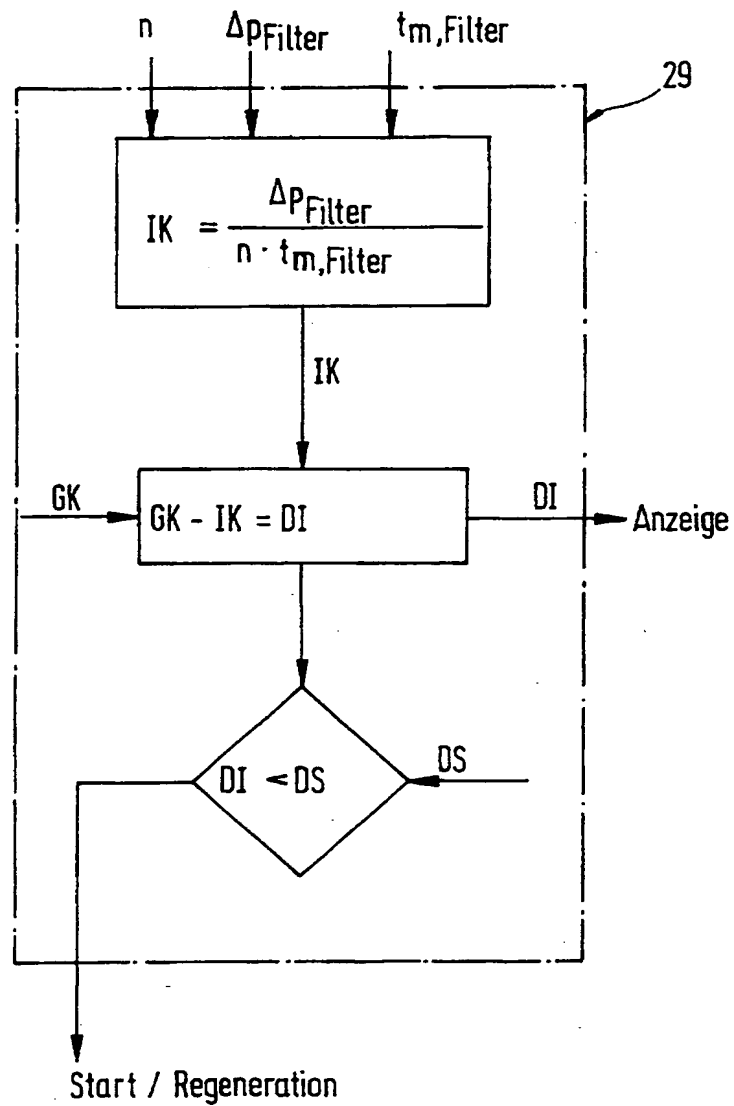


FIG. 4

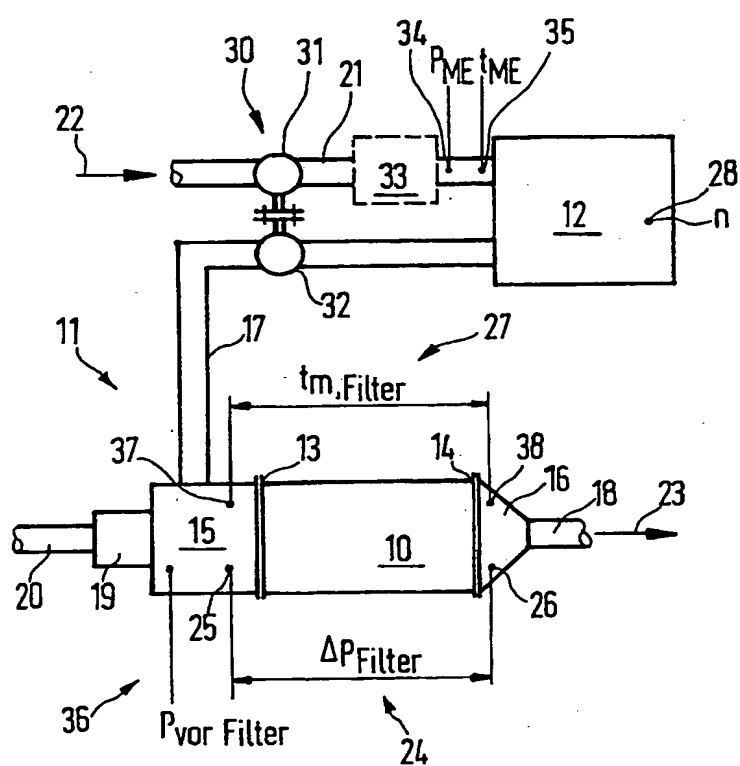


FIG. 6

